

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. April 2004 (01.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/027985 A2(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H03F 3/08, 3/45

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/002813

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. August 2003 (22.08.2003)

(25) Elnreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 42 690.2 13. September 2002 (13.09.2002) DE  
103 02 402.6 21. Januar 2003 (21.01.2003) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH  
[DE/DE]; Sieboldstrasse 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RIEDEL, Helmut  
[DE/DE]; Am Ährenfeld 2, 82256 Fürstfeldbruck (DE).  
VON DAHL, Andreas [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Strasse85, 85055 Ingolstadt (DE). LANG, Christian [DE/DE];  
Bahnhofstrasse 13, 83410 Laufen (DE). ZYWITZA,  
Friedrich [DE/DE]; Adlmannsberger Weg 35, 85055  
Ingolstadt (DE).(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTI TEMIC MICRO-  
ELECTRONIC GMBH; Patente & Lizenzen, Siebold-  
strasse 19, 90411 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): DE, JP, US.

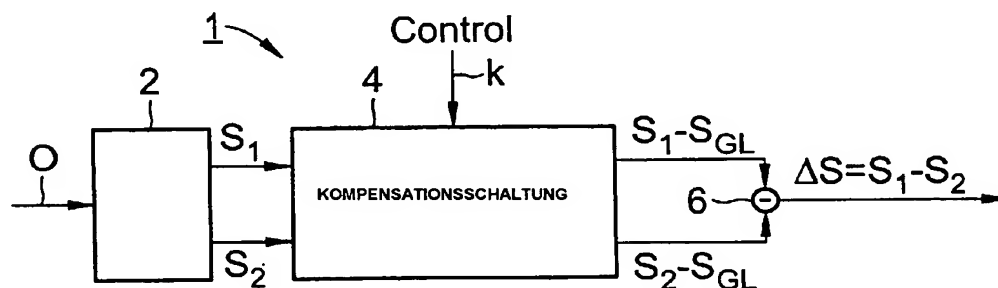
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LÜ, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-  
öffentlichen nach Erhalt des BerichtsZur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: PHOTODETECTOR ARRANGEMENT AND METHOD FOR STRAY LIGHT COMPENSATION

(54) Bezeichnung: PHOTODETEKTOR-ANORDNUNG UND VERFAHREN ZUR STÖRLICHTKOMPENSATION



KOMPENSATIONSSCHALTUNG = COMPENSATION CIRCUIT

(57) Abstract: The invention relates to a photodetector arrangement (1) for stray light compensation, said arrangement comprising a photodetector unit (2) for detecting and determining at least two measuring signals ( $S_1$ ,  $S_2$ ) and a differentiation unit (6) for calculating the difference between the measuring signals ( $S_1$ ,  $S_2$ ). A compensation unit (4) for compensating direct components ( $S_{GL}$ ,  $S_{mGL}$ ) forming the basis of the respective measuring signal ( $S_1$ ,  $S_2$ ) is provided between the photodetector unit (2) and the differentiation unit (6).(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Photodetektor-Anordnung (1) zur Störlichtkompensation mit einer Photodetektoreinheit (2) zur Erfassung und Bestimmung von mindestens zwei Messsignalen ( $S_1$ ,  $S_2$ ) und mit einer Differenzeinheit (6) zur Differenzbildung der Messsignale ( $S_1$ ,  $S_2$ ), wobei zwischen der Photodetektoreinheit (2) und der Differenzeinheit (6) eine Kompensationseinheit (4) zur Kompensation von das jeweilige Messsignal ( $S_1$ ,  $S_2$ ) zugrundeliegenden Gleichanteilen ( $S_{GL}$ ,  $S_{mGL}$ ) vorgesehen ist.

## Beschreibung

## Photodetektor-Anordnung und Verfahren zur Störlichtkompensation

5

Die Erfindung betrifft eine Photodetektor-Anordnung und ein Verfahren zur Störlichtkompensation, insbesondere bei differenzsignalauswertenden Verfahren.

10 In der optischen Messtechnik werden Szenen häufig aktiv beleuchtet. Die Informationen zur Erzeugung des Szenenbildes werden im Allgemeinen in einem Element zur Bildaufnahme, dem Bildaufnehmer, generiert. Die Art und Form der vom Bildaufnehmer erzeugten Signale ist dabei stark abhängig vom ange-

15 wandten Messprinzip sowie dessen Realisierungsformen.

Bei Bild gebenden Verfahren, die die Differenz von zwei oder mehreren Signalen verwerten, kommt es in Abhängigkeit des jeweiligen Mess- bzw. Funktionsprinzips bei der Erzeugung der

20 Signale zu nicht nutzbaren Gleichanteilen, die den zur Verfügung stehenden Dynamikbereich einschränken. Darüber hinaus addiert sich zu der aktiven Beleuchtung (z. B. Infrarotlicht, moduliertes oder nicht moduliertes Licht) ein Gleichanteil durch vorhandenes Störlicht (Hintergrundlicht der Sonne, andere Lichtquellen wie Scheinwerfer, Leuchtröhren etc.). Die

25 Intensität der aktiven Beleuchtung kann hierbei unter der Intensität des Störlichts liegen. In diesen Fällen wird das Detektorsignal vom Störlicht dominiert und das gewünschte Nutzsignal aus der aktiven Beleuchtung nimmt nur einen geringen

30 Bruchteil des Gesamtsignals ein.

Insbesondere differenzsignalauswertende Verfahren, bei denen Photodetektoren für Entfernungsmessungen nach dem Phasenkorrelationsverfahren eingesetzt werden, sind durch die Gleich-

35 anteile der in die Differenzbildung eingehenden Signale in ihrer Leistungsfähigkeit begrenzt. Beispiele aus der Fahrzeugtechnik hierfür sind 3D-Entfernungsbildkameras mit Photo-

mischdetektoren (auch Photonic Mixer Devices, kurz PMD genannt).

5 Diese Problemstellung kann zwar im Allgemeinen durch Verwendung von Photodetektoren mit extrem großem Dynamikbereich etwas entschärft werden, doch bleibt bei solchen Detektoren die Frage nach einem hinreichend guten Signal/Rauschverhältnis dennoch bestehen. Auch bei Sensoren mit großem Dynamikbereich sind die durch die Gleichanteile hervorgerufenen Einschränkungen des Dynamikbereichs bei differenzsignalauswertenden  
10 Verfahren erheblich.

Derzeit sind in der Literatur verschiedene Konzepte für hochdynamische Photodetektoren beschrieben: Die dort beschriebenen Konzepte verwenden Bauelemente mit logarithmischer Kennlinie für die Signalkompression (Höfflinger et al.: „IMS-Chips“, Institut für Mikroelektronische Systeme, Stuttgart) oder steuern die Integrationszeit angepasst an die am  
15 Detektor auftretende Beleuchtungsintensität (M. Böhm et al., „High Dynamic Range Image Sensors in Thin Film on ASIC Technology for Automotive Applications“, Advanced Microsystems for Automotive Applications, Springer-Verlag, Berlin, pp. 157-172, 1998). Detailliertere Informationen sind unter den Internet-Adressen von IMS-Chips ([www.ims-chips.de](http://www.ims-chips.de))  
20 und Silicon Vision zu finden ([www.siliconvision.de](http://www.siliconvision.de)).

Eine Trennung von Photosignalen, die durch ein Zusammenwirken von aktiver Beleuchtung und Störlicht entstanden sind, kann mit Anordnungen und Verfahren gemäß dem Stand der Technik nur  
30 über zeitlich aufeinanderfolgende Messungen erreicht werden.

Dabei wird in einer ersten Messung das Photosignal durch die Summenwirkung von Störlicht und aktiver Beleuchtung ermittelt. In einer nachfolgenden zweiten Messung wird das Photosignal des Störlichts bei abgeschalteter aktiver Beleuchtung  
35 ermittelt. Die Reihenfolge der Messungen kann auch vertauscht

werden. Das Nutzsignal kann anschließend durch Subtraktion des Störlichtsignals vom Gesamtsignal bestimmt werden.

Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Photodetektor-Anordnung zur Störlichtkompensation sowie ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Photodetektor-Anordnung anzugeben, mittels denen eine besonders hohe Unterdrückung bzw. Kompensation des durch Störlicht hervorgerufenen Photosignalanteils ermöglicht ist.

Die erstgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Photodetektor-Anordnung zur Störlichtkompensation mit einer Photodetektoreinheit zur Erfassung und Bestimmung von mindestens zwei Messsignalen und mit einer Differenzeinheit zur Differenzbildung der Messsignale, wobei zwischen der Photodetektoreinheit und der Differenzeinheit eine Kompensationseinheit zur Kompensation von das jeweilige Messsignal zugrundeliegenden Gleichanteilen vorgesehen ist.

Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass zur Steigerung der Leistungsfähigkeit einer Photodetektor-Anordnung ein möglichst großer Teil des Dynamikbereich eines zugehörigen Photodetektoreinheit für die Erfassung und Bestimmung des differenzbildenden Anteils der Mess- oder Nutzsignale verwendbar ist. Daher sollten die Mess- oder Nutzsignale um diejenigen Signalanteile reduziert werden, welche nicht durch Störsignale verursacht sind. Für eine größtmögliche Kompensation von Störanteilen im Messsignale sollte bei einem anhand von mehreren Messsignalen ausgeführten differenzauswertenden Verfahren sollten die Messsignale differenziert erfasst und bestimmt werden. Insbesondere sollte für jedes einzelne Messsignal eine Möglichkeit gefunden werden, mit denen die insbesondere durch Gleichanteile gebildeten Störanteile der aufgenommenen Messsignale unterdrückt bzw. minimiert werden können. Hierzu ist unmittelbar nach der Photodetektoreinheit eine Kompensationseinheit vorgesehen zur Unterdrückung bzw. Kompensation des vom Störlicht hervorgerufenen Gleichanteils

im jeweiligen Mess- oder Nutzsignal. Hierdurch ist sichergestellt, dass eine Unterdrückung bzw. Kompensation der durch das Messprinzip bedingten Gleichanteile des Mess- oder Photosignals innerhalb nur einer Messung direkt im photosensitiven Bauelement erfolgt.

Für eine signalbezogene Kompensation der die Störsignale repräsentierenden Gleichanteile umfasst die Kompensationseinheit eine der Anzahl der Messsignale entsprechende Anzahl von Differenzmodulen. Durch eine derartige signal- und zudem gleichanteilabhängige Verarbeitung der dem differenzsignalauswertenden Verfahren zugrundeliegenden mehreren Mess- oder Photodetektorsignale unmittelbar nach der Erfassung sind Mehrfachmessungen sicher vermieden.

Zweckmäßigerweise umfasst die Kompensationseinheit eine Verstärkereinheit. Hierdurch ist in besonders einfacher Art und Weise eine Extrahierung des zur Differenzbildung nutzbaren Signalanteils vom Störsignal und vor allem die Erweiterung des Dynamikbereichs der Photodetektoreinheit bei der Detektion der Messsignale mit hohem Stör- bzw. Hintergrundpegel und geringem Nutzsignalanteil ermöglicht. Je nach Art und Aufbau der Verstärkereinheit kann ein statischer oder variabler Verstärkungsfaktor  $k$  eingestellt oder vorgegeben werden. In einer bevorzugten Ausführungsform ist eine für alle Messsignale gemeinsame Verstärkereinheit vorgesehen. Alternativ oder zusätzlich können mehrere Verstärkereinheit vorgesehen sein. Beispielsweise ist eine der Anzahl der erfassten Messsignale entsprechende Anzahl von Verstärkereinheiten vorgesehen.

Um auch im Falle von unbekannten, sich verändernden Mess- oder Nutzsignalen eine Gleichanteilkompensation zu ermöglichen, umfasst die Kompensationseinheit zweckmäßigerweise ein Grenzwertmodul, insbesondere zur Detektion des Minimal- oder Maximalwerts der anliegenden Mess- oder Nutzsignale. Je nach Art und Einstellung des Grenzwertmoduls kann der Kompensationsgrad der Kompensationseinheit entsprechend eingestellt

werden.

Insbesondere ist die Photodetektoreinheit als Photomischdetektor (auch Photonic Mixer Devices, kurz PMD genannt) ausgebildet. Die die Photodetektoreinheit, die Kompensationseinheit und die Differenzeinheit umfassende Photodetektor-Anordnung lässt sich in einer besonders einfachen und einen geringen Bauraum aufweisenden Ausführungsform als eine integrierte Schaltung, insbesondere mit integrierten Bauelementen umsetzen. Bevorzugt ist die Photodetektoreinheit als ein aktiver Pixelsensor (auch „Active Pixel Sensors“, kurz APS genannt) ausgebildet, dessen Dynamikbereich beispielsweise weitestgehend für die Detektion des „differenzbildenden Anteils“ einer aktiven Szenenbeleuchtung genutzt werden kann.

Die zweitgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, bei einem Verfahren zur Störlichtkompensation von mittels einer Photodetektoreinheit erfassten Messsignalen, wobei vor einer Differenzbildung der Messsignale ein dem jeweiligen Messsignal zugrundeliegender Gleichanteil kompensiert wird.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Bestandteil der Unteransprüche. Das Verfahren kann mit Hilfe von integrierten elektronischen Bauelementen unmittelbar in einer Photodetektor-Anordnung umgesetzt werden, so dass Photodetektoren mit der beschriebenen Eigenschaft als Active Pixel Sensors (APS) ausgebildet werden können und sich in einfacher Weise z. B. in CMOS-Technologie realisieren lassen. Wesentlich ist auch, dass das Verfahren nicht auf Photodetektoren beschränkt ist, sondern prinzipiell auf alle Signale angewandt werden kann, die aus Stör- und Nutzsignal zusammengesetzt sind.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die in der Photodetektor-Anordnung unmittelbar integrierte Kompensation der Störsignalanteile vor der Differenzbildung der zwei um die Störsignalanteile kom-

persierten Ausgangssignale die Übertragungskennlinie lineari-  
siert und der Einfluss weitgehend gleichsinnig wirkender Stö-  
rungen reduziert wird. Mit anderen Worten: Durch eine unmit-  
telbare Kompensation von Störsignalanteilen, wie z. B. Stör-  
5 licht, der erfassten und zur Differenzbildung vorgesehenen  
Photodetektorsignale ist die nachfolgende Differenzbildung  
weitgehend unbeeinflusst. Hierdurch werden die unmittelbar  
erfassten Photodetektorsignale in einen zu kompensierenden  
störenden Lichtanteil und in einen zur Differenzbildung nutz-  
10 baren Lichtanteil geteilt oder getrennt. Dies führt zu einer  
Erhöhung des nutzbaren Dynamikbereichs der Photodetektor-  
Anordnung. Durch die unmittelbare Verarbeitung der Messsig-  
nale unter Berücksichtigung der Kompensation von störbedingen  
Gleichanteilen ist eine derartige Photodetektor-Anordnung für  
15 eine echtzeitfähige Signalaufnahme und somit für eine beson-  
ders schnelle, analoge Signalverarbeitung geeignet, bei-  
spielsweise weist eine derartige Photodetektor-Anordnung eine  
so genannte hohe Frame-Rate und kurze Messzeiten in bildauf-  
nehmenden Systemen auf.

20 Darüber hinaus eignet sich die Photodetektor-Anordnung für  
Einzeldetektoren sowie für Zeilen- und Arrayanordnungen,  
z. B. für Photomischdetektoren (Kurz PMD's genannt). Ferner  
kann eine aufwendige A/D-Wandlung mit nachfolgender Werte-  
25 Speicherung und Subtraktion vermieden werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfin-  
dungsgedankens sind der weiteren Beschreibung unter Bezugnah-  
me auf die Zeichnung entnehmbar.

30 Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand  
einer Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 eine verallgemeinerte, schematische Darstellung ei-  
35 ner Photodetektor-Anordnung für ein differenzsigna-  
lbildendes Verfahren mit integrierter Kompensati-  
onseinheit;

Figur 2 eine allgemeine schematische Darstellung einer Photodetektor-Anordnung mit einer integrierten Verstärkereinheit;

5

Figur 3 hierfür eine allgemeine schematische Darstellung der Gleichanteilkompensationsschaltung zur Gewährleistung des maximalen Kompensationsgrades;

10

Figur 4 eine schematische Darstellung der Photodetektoranordnung zur Gleichanteilkompensation, der sich durch einen geringen Realisierungsaufwand auszeichnet;

15

Figur 5 das Zeitschema zur Ansteuerung der Photodetektor-Anordnung zur Gleichanteilkompensation, der sich durch einen geringen Realisierungsaufwand auszeichnet;

20

Figur 6 eine Photodetektor-Anordnung, mit der sich der maximale Gleichanteil-Kompensationsgrad  $G_{\text{Komp}} = 100\%$  erreichen lässt;

25

Figur 7 das Zeitschema zur Ansteuerung der Photodetektor-Anordnung zur Gleichanteilkompensation mit Gewährleistung des maximalen Kompensationsgrades.

30

Gleiche beziehungsweise funktionsgleiche Elemente sind in allen Figuren - sofern nichts anderes angegeben ist - mit gleichen Bezugszeichen versehen worden.

35

Bevor genauer auf die oben genannten Photodetektor-Anordnungen eingegangen wird, erfolgt eine einleitende Erläuterung der grundlegenden Voraussetzungen und Eigenschaften des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Photodetektor-Anordnung.



Die in den folgenden Ausführungen dargestellten Verfahren zur Gleichanteilkompensation dienen der Verbesserung von Anwendungen, bei denen die Differenz von mindestens zwei in ihrer Größe begrenzten, Gleichanteil behafteten Größen gebildet wird. Die in die Differenzbildung eingehenden Messsignale werden zu diesem Zweck reduziert, ohne dass die Differenz davon beeinflusst wird. Zur Vereinfachung wird hier und im Folgenden der Fall von zwei Signalen angenommen, wobei das Verfahren darauf nicht beschränkt ist.

In Figur 1 ist eine verallgemeinerte, schematische Darstellung einer Photodetektor-Anordnung 1 zur Störlichtkompensation dargestellt. Die Photodetektor-Anordnung 1 umfasst eine Photodetektoreinheit 2 zur Erfassung und Bestimmung von zwei Messsignalen  $S_1$  und  $S_2$  aus einem optischen Signal  $O$ . Zur Bestimmung eines dem jeweiligen Messsignals  $S_1$  bzw.  $S_2$  zugrundeliegenden Nutzsignalanteils  $S_{1A}$  bzw.  $S_{2A}$  ist der Photodetektoreinheit 2 eine Kompensationseinheit 4 nachgeschaltet. Mittels eines Verstärkungsfaktors  $k$  ist ein der Kompensationseinheit 4 zugrundeliegender Kompensationsgrad für die Kompensation von dem jeweiligen Messsignal  $S_1$  bzw.  $S_2$  zugrundeliegenden Störanteilen, insbesondere Gleichanteilen  $S_{GL}$  einstellbar. Zur Bestimmung des Differenzsignals  $\Delta S$  anhand der jeweiligen Nutzsignalanteile  $S_{1A}$  bzw.  $S_{2A}$  werden die um die störbehafteten Gleichanteile  $S_{GL}$  reduzierten Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  einer Differenzeinheit 6 zugeführt.

Voraussetzendes Funktionsmerkmal des vorliegenden Kompensationsverfahrens ist hierbei die Differenzbildung zweier mit einem beispielsweise identischen Gleichanteil  $S_{GL}$  und einem zugehörigen Nutzsignalanteil  $S_{1A}$  bzw.  $S_{2A}$  behafteter Signale  $S_1$  und  $S_2$ . Dabei gilt:

$$S_1 = S_{1A} + S_{GL} \text{ und } S_2 = S_{2A} + S_{GL} \text{ mit } S_{GL} = k \cdot S_x \quad (1)$$

sowie

$$0 \leq k \leq 1 \quad (2)$$

Die Nutzsignalanteile  $S_{1A}$  und  $S_{2A}$  beschreiben dabei die ausschließlich zur Differenzbildung beitragenden Anteile des Nutzsignals. Der Verstärkungsfaktor  $k$  kann hierbei optional  
5 fest oder einstellbar sein. In der Regel gilt: Je nach Realisierungsform der Kompensationsschaltung kann es sich bei dem Signal  $S_x$  um  $S_1$  oder  $S_2$ , bzw. um das kleinere oder größere beider Signale  $S_{MIN}$  oder  $S_{MAX}$  handeln.

10 Der Gleichanteil  $S_{GL}$  kann hierbei wie folgt gebildet sein:

I. unbekannt, ausschließlich durch Störgrößen hervorgerufen;

15 II. verfahrens- und technologiebedingt in fester  
(= konstanter) Relation zu den Messsignalen  $S_1$  und  $S_2$ ;

III. unbekannt, als Summe aus Anteilen aus I. und II.

Die Größe, insbesondere der Wert der direkt in die Differenz-  
20 bildung eingehenden Nutzsignalanteile  $S_{1A}$  und  $S_{2A}$  wird durch einen systemspezifischen Dynamikbereich vorgegeben. Der Dynamikbereich wird dabei durch die Auslegung von Speicherkapazitäten und/oder Schaltungsauslegungen zur Signalverstärkung bzw. -verarbeitung begrenzt. Zur Leistungssteigerung des dif-  
25 ferenzsignalbildenden Verfahrens durch Erhöhung des nutzbaren Anteils dieses Dynamikbereichs werden mittels der Kompensationseinheit 4 die Eingangs- oder Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  direkt vor der Differenzbildung um den einem der beiden Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  Proportionalitätsfaktor  $k \cdot S_x$  reduziert.

30 Je nach Vorgabe des Proportionalitätsfaktors  $k \cdot S_x$ , der in Abhängigkeit vom Gleichanteil  $S_{GL}$  der Messsignale  $S_1$  bzw.  $S_2$  gebildet wird und der je nach Ausführung der Kompensationseinheit 4 verschieden sein kann, wird der Proportionalitätsfaktor  $k \cdot S_x$  bevorzugt jedoch wie folgt eingestellt:  
35

$$S_{GL} \leq k \cdot S_x$$

(3)

Nachfolgend sind beispielhaft in den Figuren 2 und 3 zwei detailliertere Ausführungsformen für die Photodetektor-Anordnung 1 beschrieben, die sich hinsichtlich ihres Kompensationsgrades sowie ihrer Komplexität unterscheiden.

Vorerst wird hierbei zur Vereinfachung weiterhin die allgemeingültige Form der Photodetektor-Anordnung 1 nach Figur 1 beibehalten und näher die Ausführung der Kompensationseinheit 4 beschrieben.

Für den Fall, dass der Gleichanteil  $S_{GL}$  mindestens einen Anteil besitzt, der in fester Relation zu den Messsignalen  $S_1$  und  $S_2$  steht (siehe oben unter Punkt II. bzw. III.), stellt die in Figur 2 schematisch dargestellte Photodetektor-Anordnung 1 eine sehr einfach zu realisierende Möglichkeit zur Gleichanteilkompensation dar. Der feste bzw. optional einstellbare Verstärkungsfaktor  $k$  gibt den minimalen relativen Gleichanteil  $S_{GL}$  der Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  an. Hierbei kann der signalreduzierende Term oder Proportionalitätsfaktor  $k \cdot S_x$  beliebig als Funktion einer der Messsignale  $S_1$  bzw.  $S_2$  ausgelegt sein. In Figur 2 ist beispielhaft der Bezug zum Messsignal  $S_1$  dargestellt. Zur Bildung einer anhand des Proportionalitätsfaktors  $k \cdot S_x$  ausgeführten Gleichanteilkompensation  $G_{Komp}$  des jeweils erfassten Messsignals  $S_1$  bzw.  $S_2$  umfasst die Kompensationseinheit 4 eine Verstärkereinheit 8 und zwei Differenzmodule 10.

Im Allgemeinen handelt es sich bei den Messsignalen  $S_1$  und  $S_2$  um unbekannte, sich verändernde Signale. Der Grad der durch den reduzierenden Proportionalitätsfaktor  $k \cdot S_x$  gebildeten Gleichanteilkompensation  $G_{Komp}$  ist mittels der Verstärkereinheit 8 variabel einstellbar. Beispielsweise ist der Grad der Gleichanteilkompensation  $G_{Komp}$  begrenzt durch einen Maximalwert gemäß  $S_1 > S_2$  und einen Minimalwert gemäß  $S_1 < S_2$  oder umgekehrt. Im Allgemeinen gilt:

$$G_{Komp} = \frac{k \cdot S_x}{S_{Min}} \quad \text{mit} \quad S_{Min} = MIN(S_1, S_2) \quad (4)$$

Je nach Art und Ausführung der Photodetektor-Anordnung 1 kann eine für alle Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  gemeinsame Verstärkereinheit 8 vorgesehen sein. Alternativ oder zusätzlich können  
 5 mehrere Verstärkereinheiten 8, z. B. je Messsignal  $S_1$  bzw.  $S_2$  eine zugehörige Verstärkereinheit 8 zur signalbezogenen Gleichanteilkompensation  $G_{Komp}$  vorgesehen sein.

Zur Gewährleistung eines maximalen Kompensationsgrades  
 10  $G_{Komp \text{ Max}}$  ist, wie in Figur 3 dargestellt, eine zusätzliche Schaltungskomponente, insbesondere ein Grenzwertmodul 12 zur Detektion eines Maximalwertes MAX bzw. eines Minimalwertes MIN aller am Grenzwertmodul 12 anliegenden Eingangs- oder Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  vorgesehen.

15 Die maximale Gleichanteilkompensation  $G_{Komp \text{ Max}}$  wird wie folgt vorgegeben:

$$k \cdot S_x = S_{Min} = k \cdot S_{Max} \quad (5)$$

20 Der Proportionalitätsfaktor  $k \cdot S_x$  wird hierbei entweder direkt anhand des Minimalwerts MIN (=  $S_{Min}$ , bei  $k = 1$ ) oder indirekt über einen proportionalen Zusammenhang zum Maximalwert MAX (=  $S_{Max}$ ) bestimmt.

25 Besonders vorteilhaft ist die Anwendung der beschriebenen Gleichanteilkompensation in einer Photodetektor-Anordnung 1 eines speziellen Zweikanal-System mit als so genannte Photomischdetektoren 14 (auch Photonic Mixer Devices, kurz „PMD“ genannt) ausgebildeten Photodetektoreinheiten 2, wie in Fi-  
 30 gur 4 gezeigt. Photomischdetektoren 14 werden als Bauelemente zur Mischung von elektrischen Signalen E und optischen Signalen O eingesetzt. Sie bestehen aus mindestens zwei paarweise angeordneten Photodetektoreinheiten 2, auf die sich Ladungsträger, die von einer aktiven Szenenbeleuchtung im Halbleiter

generiert werden, bei der Mischung mit einem elektrischen Signal E nach einem bestimmten Schema verteilen. Der jeweiligen Photodetektoreinheit 14 ist dabei ein Photoelement 16 zur Erfassung des optischen Signals O zugeordnet.

5 Beispielsweise werden Photomischdetektoren 14 eingesetzt, um 3D-Bildinformationen zu erzeugen. Hierbei werden ausschließlich die Differenzen der in den paarweise angeordneten Photodetektoreinheiten 2 erfassten und bestimmten Messsignale  $S_1$  ( $= I_{Ph\_A}$ ) und  $S_2$  ( $= I_{Ph\_B}$ ) ausgewertet.

Der wesentliche Aspekt, der für eine Anwendung spricht, ist die Tatsache, dass die generierten Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  neben den potentiellen, unbekannten Gleichanteilen  $S_{GL}$ , die  
15 beispielsweise durch Störlicht hervorgerufen werden, immer einen bekannten prinzipbedingten und somit mess- oder bestimm-  
baren Gleichanteil  $S_{mGL}$  enthalten. Dieser bestimmbare Gleichanteil  $S_{mGL}$  wird beispielsweise anhand eines mittleren maximalen Modulationskontrast  $MK_{Max}$  vorgegeben gemäß:

$$20 \quad \overline{MK}_{Max} = \frac{|(\Delta S)_{Max}|}{\sum S |(\Delta S)_{Max}|} \quad (6)$$

Dabei wird der mittlere maximale Modulationskontrast  $MK_{Max}$  beispielsweise durch die Variation von herstellungs- und lay-  
outspezifischen Parametern, wie beispielsweise Halbleiterma-  
25 terial und Bauteilgeometrien, bestimmt und kann daher nach der Fertigung experimentell bestimmt und als konstant betrachtet werden. Der Zusammenhang zwischen dem mittleren maximalen Modulationskontrast  $MK_{Max}$  und dem minimalen, relativen Gleichanteil  $S_{GL}$  der Signale  $S_1$  und  $S_2$  wird wie folgt vorgege-  
30 ben:

$$\frac{S_{GL_{Min}}}{MAX(S_1, S_2)} = \frac{1 - \overline{MK}_{Max}}{1 + \overline{MK}_{Max}} \quad (7)$$

Hierdurch lässt sich der Zusammenhang zum Verstärkungsfaktor  $k$  des Proportionalitätsfaktor  $k \cdot S_x$  gemäß der Photodetektor-Anordnung 1 in Figur 2 wie folgt einstellen:

$$k_{Max} = \frac{1 - \overline{MK}_{Max}}{1 + \overline{MK}_{Max}} \quad (8)$$

5

Die in Figur 4 dargestellte Photodetektor-Anordnung 1 mit Photomischdetektoren 14, Kompensationseinheit 4 und Differenzeinheit 6 ist in einer besonders einfachen Ausführungsform als integrierte Schaltung beispielsweise aus Halbleiterelementen herstellbar, wobei alle Elemente unmittelbar am Photoelement 16 und am Photomischdetektor 14 auf dem Halbleiter angeordnet sein können. Eine derartige Photodetektor-Anordnung 1 stellt somit eine Ausführungsform für einen aktiven Pixelsensor 1a (auch Active Pixel Sensors, kurz APS genannt) dar.

15

Im Betrieb der Photodetektor-Anordnung 1 wird mittels einer Signalquelle  $V_{Mod}$  das elektrische Signal  $E$  erzeugt, das im Photomischdetektor 14 mit dem jeweils von den beiden Photodetektoreinheiten 2 aufgenommenen optischen Signal  $O$  gemischt wird. Das Ergebnis der Mischung wird in Form der zwei Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  als so genannte Photoströme  $I_{Ph A}$  bzw.  $I_{Ph B}$  über zugehörige Signalpfade A bzw. B zeitgleich bereitgestellt.

25

Grundsätzlich sind sämtliche Signalformen für die Umwandlung des optischen Signals  $O$  mit dem elektrischen Signal  $E$  in das elektrische Messsignal  $S_1$  bzw.  $S_2$  geeignet (z. B. Rechteck-, Sinus-, Dreieck-, Pseudo-Noise-, Pulsgruppenform etc.). Bevorzugt werden bei dem hier beschriebenen Verfahren bedingt durch die integrierte Ausführung zeitlichen Mittelwerte der jeweiligen Signalform gebildet.

30

Zur Initialisierung der Photodetektor-Anordnung 1 wird diese mittels einer dem jeweiligen Messsignal  $S_1$  bzw.  $S_2$  zugehöri-

35

gen Reset-Schaltung 18 anhand eines Reset-Impulses in einen definierten Start- oder Ausgangszustand gesetzt. Der jeweiligen Reset-Schaltung 18 ist eine Integrationskapazität  $C_{sig\ 1}$  und  $C_{sig\ 2}$  zugeordnet. Bei der Initialisierung werden die Integrationskapazitäten  $C_{sig\ 1}$  und  $C_{sig\ 2}$  mittels der jeweils zugeordneten Reset-Schaltung 18 auf einen definierten Spannungspegel geladen, zum anderen erfolgt die Initialisierung der beiden Photoelemente 16 über die im Photomischdetektor 14 angeordneten Photodetektoreinheiten 2.

Die Funktionsweise der Photodetektor-Anordnung 1 gemäß Figur 4 wird durch das in Figur 5 dargestellte Zeitschema ergänzt und nachfolgend näher erläutert. Figur 5 zeigt das Zeitschema zur Ansteuerung der Photodetektor-Anordnung 1 zur Gleichanteilkompensation. Zur Verdeutlichung der Wirkungsweise enthält dieses sowohl die Darstellungen der Ausgangssignalverläufe ohne als auch mit Gleichanteilkompensationsschaltung.

Zum Zeitpunkt  $T_{ss1}$  wird gleichzeitig mit dem Schließen des Schalters  $SS_1$  eine aktive Szenenbeleuchtung  $\Delta E_{MOD}$  eingeschaltet. Die daraus resultierenden elektrischen Signale E und die optischen Signale O werden mittels der zwei paarweise angeordneten Photodetektoreinheiten 2 des Photomischdetektors 14 in die die Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  repräsentierenden Photoströme  $I_{ph\ A}$  und  $I_{ph\ B}$  auf den Signalfaden A und B umgewandelt. Der Gesamtphotostrom oder das jeweilige Messsignal  $S_1$  bzw.  $S_2$  setzt sich dabei zusammen aus der den Nutzsignalanteil  $S_{1/2\Delta}$  bildenden aktiven Szenenbeleuchtung  $\Delta E_{MOD}$  und einem den störbehafteten Gleichanteil  $S_{GL}$  bildenden Störlicht  $E_{DC}$  der Szene.

Die Signalintegration an den Integrationskapazitäten  $C_{sig\ 1}$  und  $C_{sig\ 2}$  erfolgt ohne Kompensationsschaltung gemäß den Signalverläufen  $V'_{c\ sig\ 1}$  und  $V'_{c\ sig\ 2}$  und mit Kompensationsschaltung gemäß den Signalverläufen  $V_{c\ sig\ 1}$  und  $V_{c\ sig\ 2}$  bis zum Zeitpunkt  $T_{ss2}$ , bis zu dem der Schalter  $SS_1$  geöffnet und Schalter  $SS_2$  geschlossen wird. Hierbei sei vorausgesetzt,

dass sich die Integrationskapazitäten  $C_{\text{sig } 1}$  und  $C_{\text{sig } 2}$  zu keinem Zeitpunkt im Bereich der Sättigung befinden und somit von einer annähernd linearen Integration ausgegangen werden kann. Bis zum erneuten Reset-Impuls werden die Signalverläufe

5  $V'_{c \text{ sig } 1}$  und  $V'_{c \text{ sig } 2}$  ohne Kompensation bzw.  $V_{c \text{ sig } 1}$  und  $V_{c \text{ sig } 2}$  mit Kompensation entsprechend an den Integrationskapazitäten  $C_{\text{sig } 1}$  und  $C_{\text{sig } 2}$  gehalten.

10 Dabei liegt am Schalter  $SS_2$  das über die entsprechende Verstärkereinheit 8 und dem Subtrahierer oder Differenzmodul 10 gebildete kompensierte Messsignal  $S_1$  bzw.  $S_2$  als Differenzsignal  $\Delta C_{\text{sig}}$  an einer der beiden Ausleseleitungen 20 an.

15 Der Vergleich der Messsignale  $S'_1$  und  $S'_2$  der Signalverläufe  $V'_{c \text{ sig } 1}$  und  $V'_{c \text{ sig } 2}$  (ohne Kompensationsschaltung) mit den Messsignalen  $S_1$  und  $S_2$  der Signalverläufe  $V_{c \text{ sig } 1}$  und  $V_{c \text{ sig } 2}$  (mit Kompensationsschaltung) zeigt, dass die Gleichanteils-kompensation  $G_{\text{Komp}}$  die Spannungspegel an den Integrationskapazitäten  $C_{\text{sig } 1}$  und  $C_{\text{sig } 2}$ , die zur Differenzbildung verwertet  
20 werden, reduziert werden, ohne dass das Differenzsignal  $\Delta V_{c \text{ sig}}$  ( $= \Delta V'_{c \text{ sig}}$ ) davon beeinflusst wird. Die Reduzierung der Spannungspegel eröffnet die Möglichkeit, zusätzliche optisch generierte Ladungsträger auf die Kapazitäten  $C_{\text{sig } 1}$  und  $C_{\text{sig } 2}$  integrieren zu können. Hierdurch wird ein zusätzlich nutzbarer  
25 Teil des vorhandenen Dynamikbereichs geschaffen, was einer Erhöhung des Dynamikbereichs gleichkommt. Der Absolutwert dieser Erhöhung ist bestimmt durch die Potentialdifferenz  $\Delta V_{\text{profit}}$  und ergibt sich gemäß Figur 5 aus der Differenz der Signale  $V'_{c \text{ sig Max}}$  und  $V_{c \text{ sig Max}}$ .

30

$$\Delta V_{\text{profit}} = V'_{c \text{ sig Max}} - V_{c \text{ sig Max}} \quad (9)$$

Die Schlüsselfunktion der Kompensationsschaltung ist die Reduzierung des Gleichanteils  $S_{\text{GL}}$  der die Messsignale  $S_1$  und  $S_2$  repräsentierenden Photoströme  $I_{\text{Ph A}}$  und  $I_{\text{Ph B}}$  bevor diese auf  
35 die Kapazitäten  $C_{\text{sig } 1}$  und  $C_{\text{sig } 2}$  integriert werden.



Die gemäß Figur 4 ausgeführte Photodetektor-Anordnung 1 umfasst hierzu die als ein so genannter Stromspiegel ausgebildete Verstärkereinheit 8 realisiert. Auf Basis des Photostroms  $I_{Ph A}$  (für  $I_{Ph B}$  gilt Analoges) erzeugt eine so genannte Stromspiegelschaltung der Verstärkereinheit 8 durch Aufprägen des Verstärkungsfaktors  $k$  entsprechend kompensierte Ströme  $k I_{Ph A}$  bzw.  $I_{Ph A}$ . Mit diesen lassen sich durch die Zusammenführung von entsprechenden Ausgangsleitungen 22 Differenzsignale  $\Delta I_{Ph} = I_{Ph A} - k I_{Ph A}$  bzw.  $\Delta I_{Ph} = I_{Ph B} - k I_{Ph A}$  auf sehr einfache Weise bilden. Der Verstärkungsfaktor  $k$  lässt sich beispielsweise über das Weiten-/Längen-Verhältnis ( $W/L$ ) der CMOS-Transistoren der eingesetzten Stromspiegel oder über entsprechende Bias-Ströme einstellen. Der Vorteil dieser Schaltungsanordnung und des daraus resultierenden Verfahrens ist bedingt durch die Einfachheit der geringe Realisierungsaufwand, weiteres Verbesserungspotential liegt hingegen im schon weiter oben erwähnten nicht konstanten Kompensationsgrad.

Figur 6 zeigt eine alternative Ausführungsform für eine Photodetektor-Anordnung 1, mit der sich, unabhängig vom Vorzeichen des Differenzsignals  $\Delta I_{Ph} = I_{Ph A} - I_{Ph B}$ , ein maximaler Kompensationsgrad  $G_{Komp}$  von 100 % für den Gleichanteil  $S_{GL}$  erreichen lässt.

25

Im Vergleich zu der in Figur 4 gezeigten Photodetektor-Anordnung 1 ist hier das Grenzwertmodul 12 als Detektion des Minimalwerts MIN mit zwei gekoppelten Wechselschaltern SS1 integriert. Die Auslegung der Stromspiegelschaltung mittels der Verstärkereinheit 8 ist hingegen vereinfacht ausgeführt.

30

Der kleinere der beiden Photoströme  $I_{Ph A}$  und  $I_{Ph B}$  stellt den bezüglich der Differenzbildung irrelevanten, maximalen Gleichanteil  $S_{GL} = I_{Ph MIN}$  dar. Aus diesem Grund ist es notwendig, direkt nach der Reset-Phase, in der die Integrationskapazitäten  $C_{Sig 1}$  sowie  $C_{Sig 2}$  und die Photoelemente 16 initialisiert werden, den minimalen Photostrom  $I_{Ph MIN}$  zu bestimmen.

35

Das in Figur 7 zugehörige Zeitschema für die Photodetektor-Anordnung 1 zur Gleichanteilskompensation  $G_{\text{Komp}}$  unter Berücksichtigung eines maximalen Kompensationsgrades  $G_{\text{Komp MAX}}$  nach  
5 Figur 6 zeigt beispielhaft die Signalverläufe  $V'_{\text{C sig 1}}$  bzw.  $V'_{\text{C sig 2}}$  sowie  $V_{\text{C sig 1}}$  bzw.  $V_{\text{C sig 2}}$  für den Fall  $I_{\text{Ph A}} < I_{\text{Ph B}}$ .

Zum Zeitpunkt  $T_{\text{SS1}}$  schaltet in diesem Fall mit Einschaltung der aktiven Szenenbeleuchtung  $\Delta E_{\text{MOD}}$  der Schalter  $SS_1$  in den  
10 Zustand „1“ und  $SS_2$  wird geschlossen. Der vom Grenzwertmodul 12 identifizierte Minimalwert MIN der anliegenden Photostrome  $I_{\text{Ph A}}$  und  $I_{\text{Ph B}}$ , d. h. Strom  $I_{\text{Ph MIN}}$  (z. B. Photostrom  $I_{\text{Ph A}}$ ) erfährt durch die Stromspiegelanordnung der Verstärkereinheit 8 eine Vorzeichenumkehr und wird mit dem Strom  
15  $I_{\text{Ph MAX}}$  (z. B. Photostrom  $I_{\text{Ph B}}$ ) zur Differenzbildung mittels Ausgangsleitungen 22 zusammengeführt. Zur Erhaltung des korrekten Vorzeichens bei der nachgeschalteten Differenzbildung erfolgt die Integration über die Schalter  $SS_1$  und  $SS_2$  auf die Integrationskapazität  $C_{\text{sig 2}}$ . Das Potenzial an der Integrationskapazität  $C_{\text{sig 1}}$  wird unverändert gehalten. Zum Zeitpunkt  
20  $T_{\text{SS3}}$  wird die Integration beendet und das Differenzsignal  $\Delta C_{\text{sig}}$  bis zum erneuten Reset-Impuls über Schalter  $SS_3$  auf die Ausleseleitung 20 geführt.

25 Der Vergleich der Signalverläufe  $V'_{\text{C sig 1}}$  und  $V'_{\text{C sig 2}}$  (ohne Kompensationsschaltung) mit den Signalverläufen  $V_{\text{C sig 1}}$  und  $V_{\text{C sig 2}}$  (mit Kompensationsschaltung) zeigt, in welchem Maße die Spannungspegel an den Kapazitäten  $C_{\text{sig 1}}$  und  $C_{\text{sig 2}}$  durch die Kompensationsanordnung oder Kompensationseinheit 4  
30 reduziert werden, ohne dass dabei das Ausgangsdifferenzsignal beeinflusst wird. Die Potenzialdifferenz  $\Delta V_{\text{profit}}$  stellt den Kompensationsanteil, also den zusätzlich nutzbaren Teil des Dynamikbereichs dar.

35 Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die in Figur 6 dargestellte Photodetektor-Anordnung 1 alternativ auch mit einem als Maximumdetektor ausgebildeten Grenzwertmodul 12 ausge-

stattet werden kann. In diesem Fall würde eine Stromspiege-  
lanordnung gemäß der Verstärkereinheit 8 nach Figur 4 einge-  
setzt werden. Eine solche Anordnung würde im Vergleich zur in  
Figur 6 aufgeführten Verstärkereinheit 8 nicht den kompletten  
5 Gleichanteil der Photoströme  $I_{Ph A}$  und  $I_{Ph B}$  kompensieren, im  
Vergleich zur Kompensationsschaltung der Figur 4 würde sich  
jedoch eine Performancesteigerung aufgrund des konstanten  
Kompensationsgrades ergeben.

- 10 Die hier beschriebenen verschiedenartigen und eine Gleichan-  
teilskompensation bewirkenden Photodetektor-Anordnungen 1  
weisen einen gegenüber herkömmlichen Anordnungen bedeutend  
höheren Dynamikbereich auf, der eine erhebliche Steigerung  
der Leistungsfähigkeit solcher Bauelemente in technischen An-  
15 wendungen zur Folge hat.

Das Verfahren kann sowohl für eine einzelne Photodetektorein-  
heit 2 als auch für eine Zeilen- oder Arrayanordnung von De-  
tektoren 2 eingesetzt werden.

20

- Die vorgeschlagenen Photodetektor-Anordnungen 1 können in ei-  
ner Zeilenanordnung als Bildaufnehmer in Zeilenkameras Anwen-  
dung finden. Weiterhin sind Zeilenanordnungen als optische  
Mehrkanalsysteme zur Trennung unterschiedlicher Modulations-  
25 kanäle möglich. Die Ansteuerung und Signalauslese der einzel-  
nen Pixel solcher Zeilenanordnungen erfolgt üblicherweise mit  
Multiplexerbausteinen.

- Entsprechendes gilt für eine zweidimensionale Matrix-Anord-  
30 nung, wie sie in Flächensensoren für Videokameras verwendet  
wird. Multiplexerbausteine werden dabei zur Ansteuerung und  
Auslese der Detektorelemente jeweils für die Zeilen und die  
Spalten der Matrix-Anordnung eingesetzt.

- 35 Die vorliegende Erfindung wurde anhand der vorstehenden Be-  
schreibung so dargestellt, um das Prinzip der Erfindung und  
dessen praktische Anwendung bestmöglichst zu erklären, jedoch

lässt sich die Erfindung bei geeigneter Abwandlung selbstverständlich in mannigfaltigen anderen Ausführungsformen realisieren.

## Bezugszeichenliste

	1	Photodetektor-Anordnung
	2	Photodetektoreinheit
5	4	Kompensationseinheit
	6	Differenzeinheit
	8	Verstärkereinheit
	10	Differenzmodule
	12	Grenzwertmodul
10	14	Photomischdetektoren
	16	Photoelement
	18	Reset-Schalter
	20	Ausleseleitung
	22	Ausgangsleitung
15	"1"	Zustand
	A, B	Signalpfade
	C <sub>Sig 1</sub> , C <sub>Sig 2</sub>	Integrationskapazität
	E	elektrische Signale
20	E <sub>DC</sub>	Störlicht
	G <sub>Komp</sub>	Gleichanteilkompensation
	G <sub>Komp Max</sub>	maximalen Kompensationsgrades
	I <sub>Ph A</sub> , I <sub>Ph B</sub>	Photoströme
	I <sub>Ph MAX</sub>	maximaler Photostrom
25	I <sub>Ph MIN</sub>	minimaler Photostrom
	k	Verstärkungsfaktor
	k I <sub>Ph A</sub> , I <sub>Ph A</sub>	Ströme
	k·S <sub>x</sub>	Proportionalitätsfaktor
	MAX	Maximalwert
30	MIN	Minimalwert
	MK <sub>Max</sub>	Modulationskontrast
	O	optische Signale
	S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub>	Messsignale mit Kompensation
	S' <sub>1</sub> , S' <sub>2</sub>	Messsignale ohne Kompensation
35	S <sub>1Δ</sub> , S <sub>2Δ</sub>	Nutzsignalanteile
	S <sub>1</sub> > S <sub>2</sub>	Maximalwert
	S <sub>1</sub> < S <sub>2</sub>	Minimalwert

	$S_{GL}$	Gleichanteile
	$S_{MGL}$	messbare Gleichanteile
	$S_{MIN}, S_{MAX}$	Signale
	$SS_1, SS_2$	Schalter
5	$S_x$	Signal
	$T_{SS1}, T_{SS2}, T_{SS3}$	Zeitpunkte
	$V_c \text{ sig } 1, V_c \text{ sig } 2$	Signalverläufe mit Kompensation
	$V'_c \text{ sig } 1, V'_c \text{ sig } 2$	Signalverläufe ohne Kompensation
	$V_c \text{ Sig Max} / V'_c \text{ Sig Max}$	Signalverlauf für den Maximalwert
10		mit/ohne Kompensation
	$V_{Mod}$	Signalquelle
	$W/L$	Weiten-Längen-Verhältnis
	$\Delta C_{sig}$	Differenzsignal
	$\Delta E_{MOD}$	Szenenbeleuchtung
15	$\Delta I_{Ph} = I_{Ph A} - k I_{Ph A}$	
	$\Delta I_{Ph} = I_{Ph B} - k I_{Ph A}$	Differenzsignale
	$\Delta S$	Differenzsignal
	$\Delta V_{profit}$	Potentialdifferenz
	$\Delta V_c \text{ sig}, \Delta V'_c \text{ sig}$	Differenzsignale

## Patentansprüche

1. Photodetektor-Anordnung (1) zur Störlichtkompensation mit einer Photodetektoreinheit (2) zur Erfassung und Bestimmung  
5 von mindestens zwei Messsignalen ( $S_1$ ,  $S_2$ ) und mit einer Differenzeinheit (6) zur Differenzbildung der Messsignale ( $S_1$ ,  $S_2$ ), wobei zwischen der Photodetektoreinheit (2) und der Differenzeinheit (6) eine Kompensationseinheit (4) zur Kompensation von das jeweilige Messsignal ( $S_1$ ,  $S_2$ ) zugrundeliegenden  
10 Gleichanteilen ( $S_{GL}$ ,  $S_{MGL}$ ) vorgesehen ist.
2. Photodetektor-Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Kompensationseinheit (4) eine der Anzahl der Messsignale ( $S_1$ ,  $S_2$ ) entsprechende Anzahl von Differenzmodulen (10) umfasst.  
15
3. Photodetektor-Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Kompensationseinheit (4) eine Verstärkereinheit (8) umfasst.
4. Photodetektor-Anordnung nach Anspruch 3, wobei eine für  
20 alle Messsignale ( $S_1$ ,  $S_2$ ) gemeinsame Verstärkereinheit (8) vorgesehen ist.
5. Photodetektor-Anordnung nach Anspruch 3, wobei eine der Anzahl der erfassten Messsignale ( $S_1$ ,  $S_2$ ) entsprechende Anzahl von Verstärkereinheiten (8) vorgesehen ist.  
25
6. Photodetektor-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Kompensationseinheit (4) ein Grenzwertmodul (12) umfasst.  
30
7. Photodetektor-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Photodetektoreinheit (2) als Photomischdetektor (14) ausgebildet ist.
8. Photodetektor-Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Photodetektoreinheit (2) als ein aktiver Pixelsensor ausgebildet ist.  
35

9. Verfahren zur Störlichtkompensation von mittels einer Photodetektoreinheit (2) erfassten Messsignalen ( $S_1$ ,  $S_2$ ), wobei vor einer Differenzbildung der Messsignale ( $S_1$ ,  $S_2$ ) ein dem jeweiligen Messsignal ( $S_1$ ,  $S_2$ ) zugrundeliegender Gleichanteil ( $S_{GL}$ ,  $S_{MGL}$ ) kompensiert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem für die Messsignale ( $S_1$ ,  $S_2$ ) ein diese gemeinsam repräsentierender Gleichanteil ( $S_{GL}$ ,  $S_{MGL}$ ) bestimmt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem für den Gleichanteil ( $S_{GL}$ ,  $S_{MGL}$ ) zumindest ein konstanter Faktor bestimmt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem der Gleichanteil ( $S_{GL}$ ,  $S_{MGL}$ ) als eine Funktion eines der Messsignale ( $S_1$ ,  $S_2$ ) bestimmt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem der Gleichanteil ( $S_{GL}$ ,  $S_{MGL}$ ) zumindest anhand eines mittleren maximalen Modulationskontrast bestimmt wird.



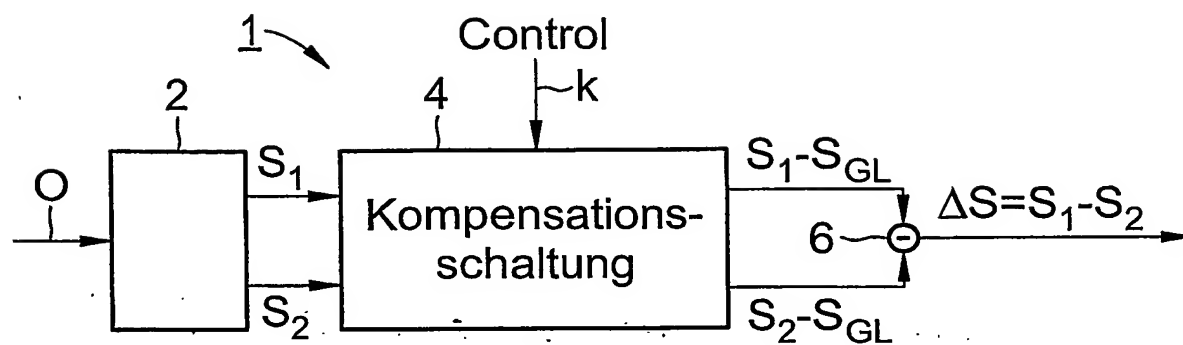


Fig. 1

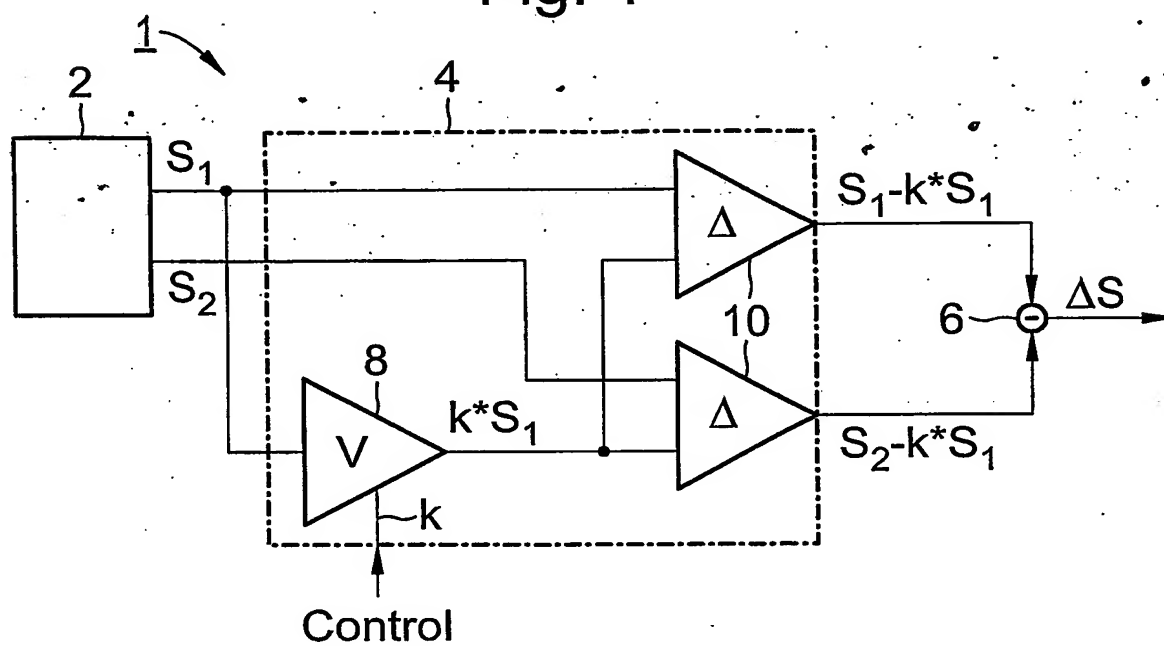


Fig. 2

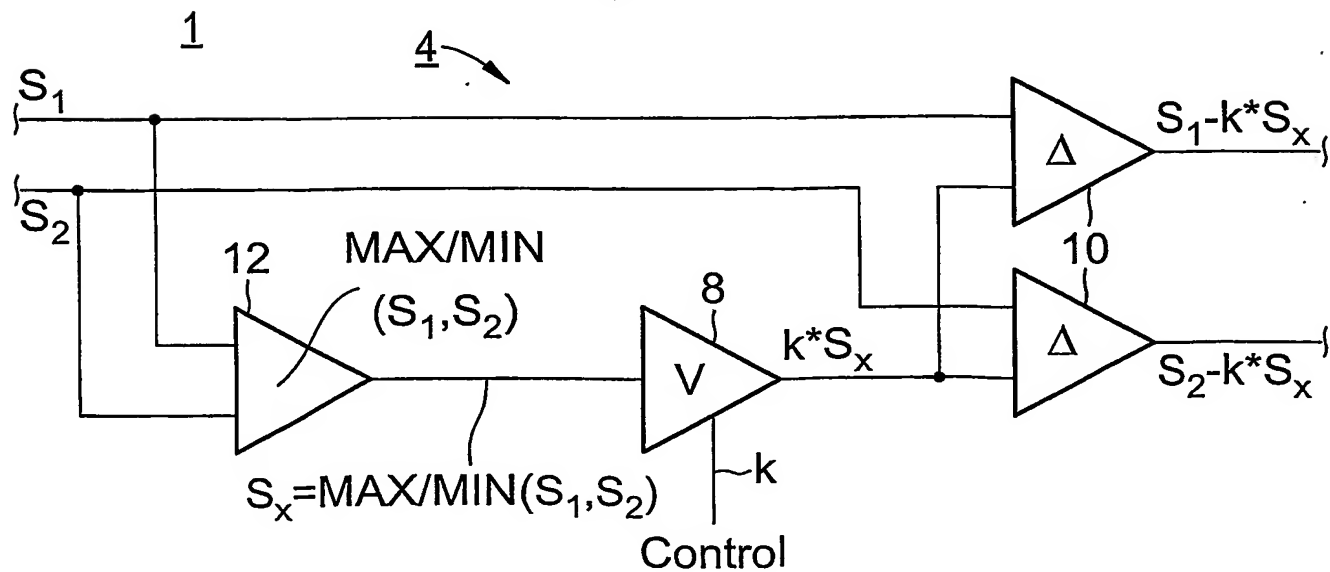


Fig. 3

1, 1a

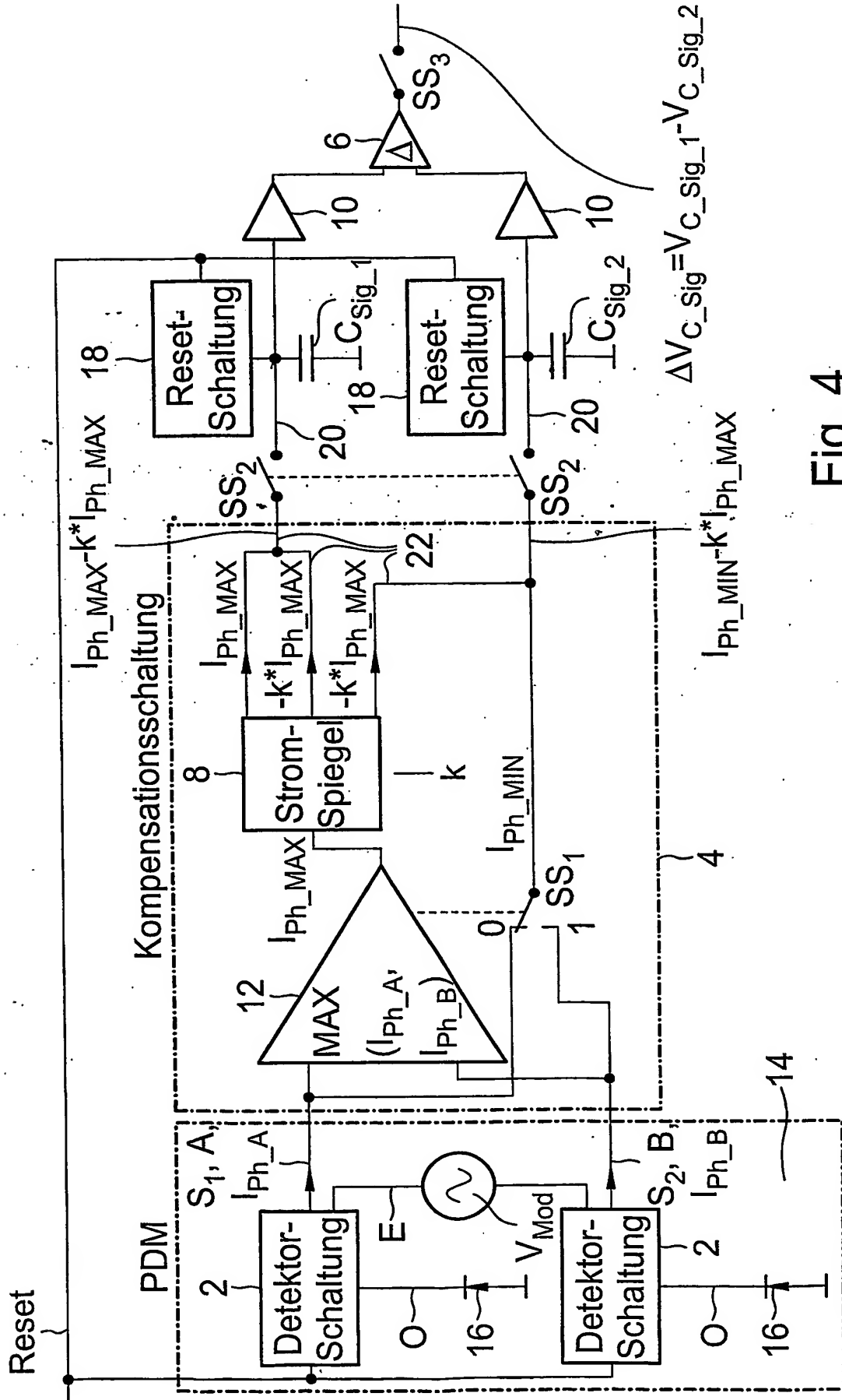


Fig. 4

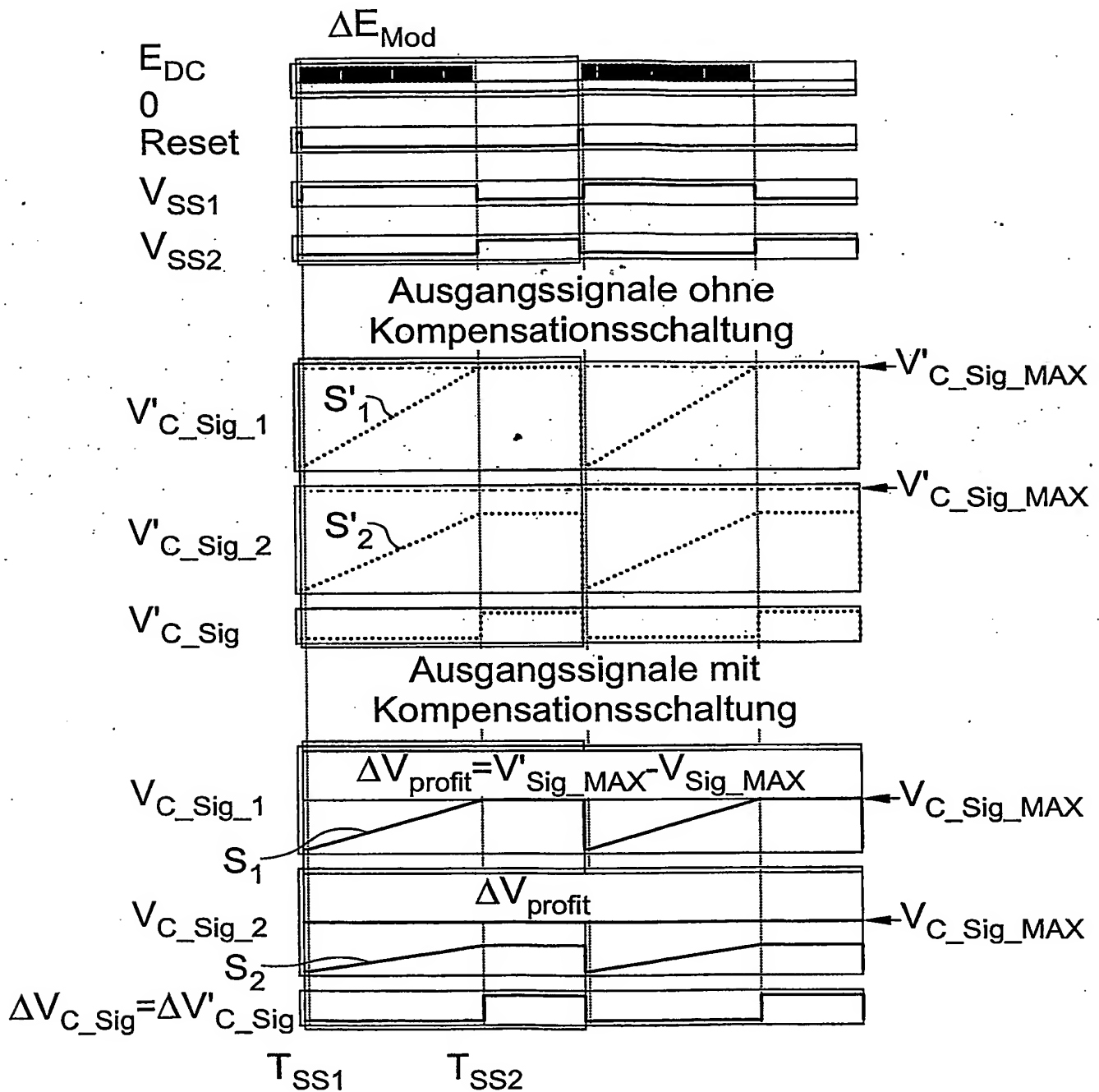


Fig. 5

1, 1a

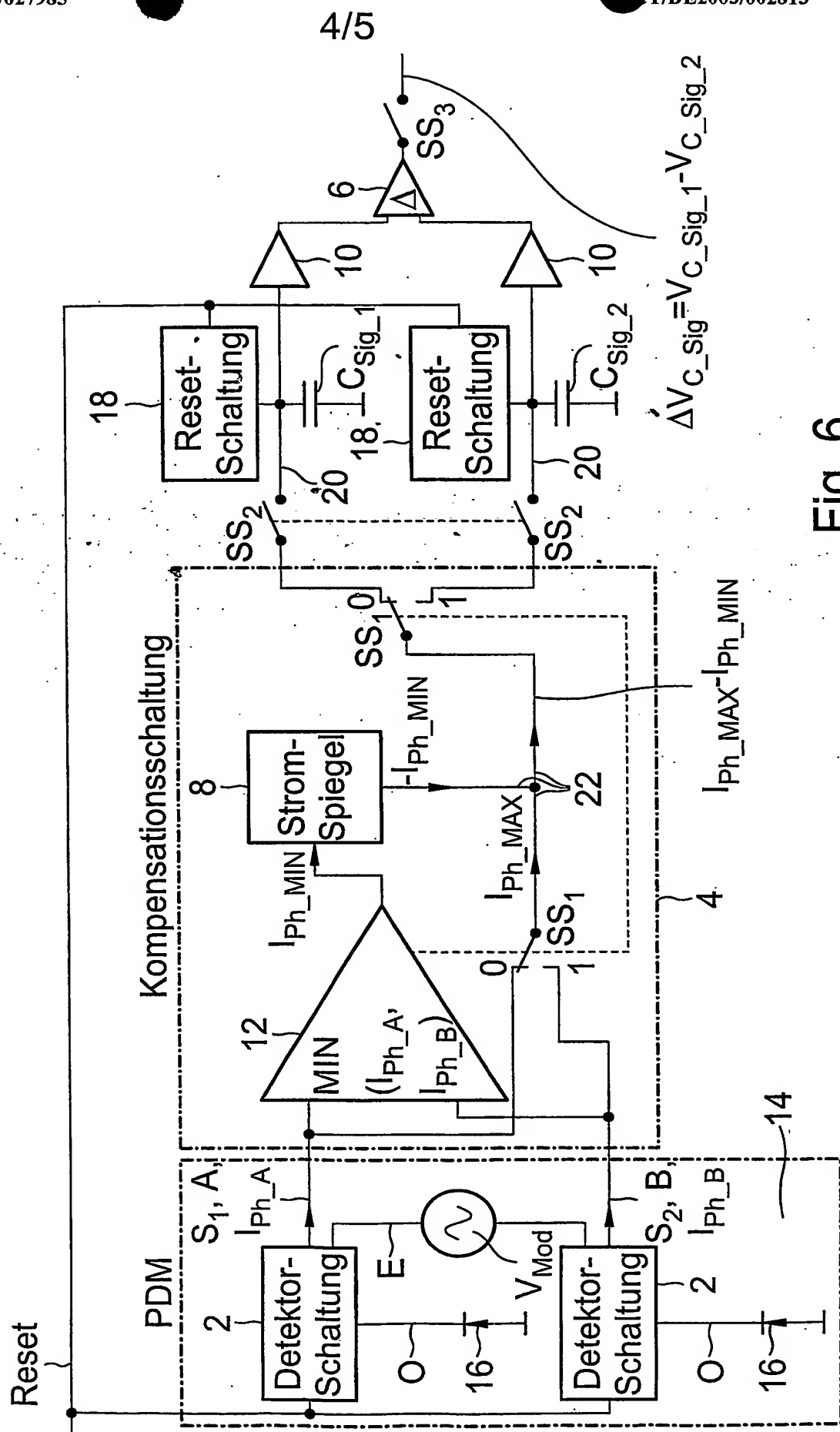


Fig. 6

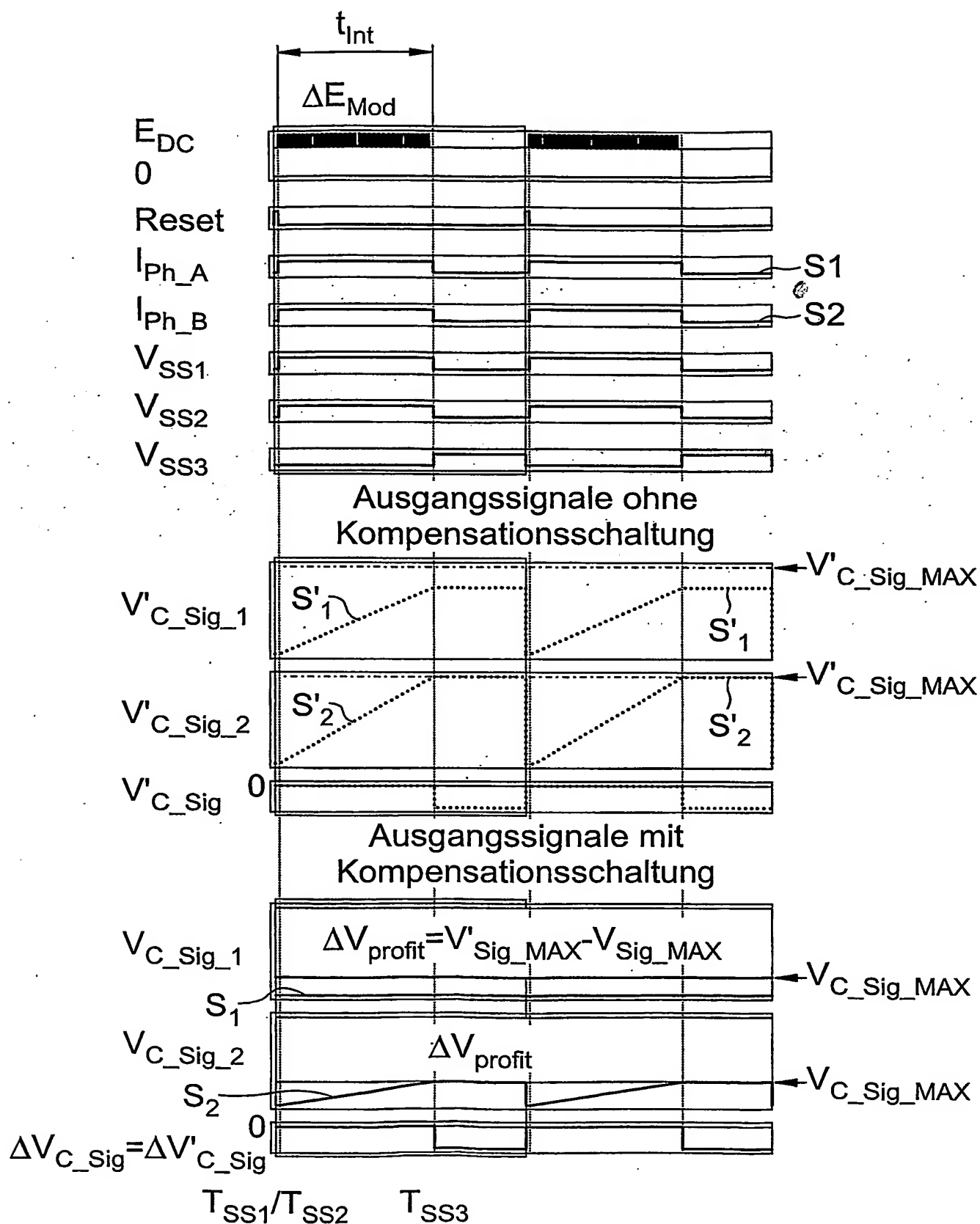


Fig. 7